引用格式：叶玉江. 持之以恒加强基础研究 夯实科技自立自强根基. 中国科学院院刊, 2022, 37(5): 589-595.
YE Y J. Continuously strengthening basic research and solidifying foundation of sci-tech self-reliance and self-strengthening. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(5): 589-595. (in Chinese)

持之以恒加强基础研究 夯实科技自立自强根基

叶玉江

中华人民共和国科学技术部 基础研究司 北京 100862

摘要 基础研究是整个科学体系的源头，是所有技术问题的总机关。文章以习近平总书记重要讲话精神为指引，深刻阐述了基础研究发展规律和趋势，系统总结了十八大以来我国基础研究发展成就，在深入分析当前我国基础研究发展面临机遇和挑战的基础上，提出了持之以恒加强基础研究、加快实现高水平科技自立自强的主要考虑。

关键词 基础研究，科技创新，自立自强，原始创新

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20220414002

基础研究是科技创新的源头活水。党中央、国务院高度重视基础研究，十八大以来先后作出一系列重大决策部署，推动我国基础研究取得长足进步。当前，世界正经历百年未有之大变局，新一轮科技革命与产业革命蓬勃兴起，我国进入新发展阶段，国际环境发生深刻复杂变化，国家发展和安全各领域对源头创新不断提出新需求。新形势下，全面加强基础研究，提升原始创新能力，既是有效应对外部风险挑战，实现科技自立自强的迫切要求，也是我国面向长远发展构建先发优势，建设世界科技强国，实现中华民族伟大复兴的重要战略支撑。

1 认真学习领会习近平总书记重要讲话精神，深刻把握基础研究发展规律和趋势

习近平总书记高度重视基础研究，指出“基础研究是整个科学体系的源头，是所有技术问题的总机关”，“加强基础研究是科技自立自强的必然要求，是我们从未知到已知、从不确定性到确定性的必然选择”；强调“基础研究要勇于探索、突出原创，推进对宇宙演化、意识本质、物质结构、生命起源等的

修改稿收到日期：2022年4月19日

探索和发现，拓展认识自然的边界，开辟新的认知疆域。基础研究更要应用牵引、突破瓶颈，从经济社会发展和国家安全面临的实际问题中凝练科学问题，弄通‘卡脖子’技术的基础理论和技术原理”；要求“科技界要坚定创新自信，坚定敢为天下先的志向，在独创独有上下功夫，勇于挑战最前沿的科学问题，提出更多原创理论，作出更多原创发现，力争在重要科技领域实现跨越发展，跟上甚至引领世界科技发展新方向”。这些重要论述为我国基础研究发展指明了方向，提供了根本遵循。

1.1 充分认识基础研究重要作用

*基础研究是科技自立自强的根本前提。*习近平总书记在2021年中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上提出，要加快建设科技强国，实现高水平科技自立自强。世界科技发展历史证明，要实现这一战略目标，必须夯实基础研究根基，大幅提升原始创新能力。二战期间原子弹、雷达等的发明和青霉素的使用帮助美国赢得战争胜利，并使美国政府意识到科技的重要性。从此，美国开始改变之前依靠欧洲科学成果的发展模式，组建美国国家科学基金会等科研管理机构，持续加大基础研究投入，大力引进全球高端人才，推动物质科学、生命科学等基础学科快速发展，为最终成为头号科技强国奠定了基础。20世纪70年代起，日本因对欧美技术引进受阻，开始改变“科技追赶”战略，实施“科技立国”方针，不断加强基础研究和原创技术研发，基础研究投入强度长期保持在15%左右；日本诺贝尔自然科学奖获奖人数在21世纪迎来井喷，达到20人，远远超过英、法、德等强国。

*基础研究是科技革命和产业变革的发端。*基础研究的重大突破往往会催生颠覆性创新，带来生产力的跨越式进步，深刻改变人类经济社会面貌。20世纪60年代，DNA双螺旋结构的提出使人类对生命奥秘的解析进入分子生物学时代。以此为发端，DNA重组技术、单克隆抗体、基因编辑等一批现代生物技术不断涌现，催生的生物医药产业规模快速壮大，2020年约达1.3万亿美元；强力拉动经济增长的同时，也显著改善了人类生活和健康水平。20世纪40年代，晶体管效应的发现，使大规模集成电路的出现成为可能，以此为源头信息技术飞速发展，人类进入信息化时代。如今，集成电路作为“工业粮食”支撑了几乎所有高技术领域发展，融入现代人类日常生活的方方面面。

1.2 深刻把握基础研究规律特点

基础研究是认识自然现象，揭示自然规律，获取新知识、新理论和新方法的研究活动，以提出科学问题为根本前提，解决科学问题为核心目标。基础研究具有灵感瞬间性、方式随意性、路径不确定性等特点，进程往往无法事先计划，结果也无法提前预知，很多重大科学发现需要较长时间积累才能取得突破，更多时候需要更长时间才能看到应用价值。基础研究是最具探索性、创造性的人类智力活动，要求科研人员具备深厚的专业积累、超强的创新潜质和甘于寂寞、长期坚守的奉献精神。

基础研究包括自由探索和目标导向两类。前者以科学家探索世界奥秘的好奇心驱动，往往没有明确的应用目标。例如，牛顿在探索天体运行规律时发现了万有引力定律，法拉第和麦克斯韦从对电流和磁场规律的兴趣出发创立了电磁学理论，普朗克在研究黑体辐射过程中奠基了量子力学。后者通过国家需求中重大科技问题带动，以支撑经济社会发展和国家安全为最终目标。例如，费米等人在探寻大规模利用原子能的有效方式时发现了核裂变和链式反应，拉比等人在研制雷达过程中对量子理论的发展催生了核磁共振、微波激射器和原子钟。总的看，无论是自由探索还是国家需求导向，基础科学领域的重大突破都将为后续的技术创新和产业变革提供强劲源头动力。

1.3 准确研判基础研究发展趋势

当前基础研究发展呈现出许多新的特点。① 基本科学问题孕育重大突破。物质科学向宏观拓展、微观深入和极端条件发展，对暗物质和暗能量奥秘的揭示，可能颠覆人们对大尺度宇宙和微观物质的认知。生命科学快速发展，对生物大分子和基因的研究进入精准调控阶段，从认识生命、改造生命走向合成生命、设计生命。② 学科交叉融合不断深化。学科界限更加模糊，跨学科研究和多学科交叉不断开拓出新的研究领域，形成新的学科生长点和革命性创新。③ 科研范式迎来深刻变革。大数据和智能化成为继实验科学、理论分析和计算机模拟后的新范式。科学研究的内容、方法和范畴正在发生实质性变化，传统科学研究获得发展的机会越来越少。④ 科学、技术与工程的界限日益模糊，基础研究成果转化周期明显缩短。材料、信息等领域的科学成果正迅速在新产品中应用。⑤ 基础研究进入大科学时代。重大科学研究的复杂性、艰巨性程度越来越大，需要整合全球创新资源，建造重大科学基础设施，汇聚全球科学家共同参与并开展网络式分布式研究。

2 我国基础研究持续快速发展，整体水平大幅提升

十八大以来，国家不断强化基础研究顶层设计和系统布局，出台《国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见》，制定实施基础研究十年规划，对新时期加强基础研究、增强原始创新能力作出系统部署。通过实施国家科技重大专项、国家重点研发计划、国家自然科学基金等国家科技计划，优化整合国家科技创新基地、组建国家实验室等战略举措，不断加大对基础研究的支持力度。基础研究经费持续快速增长，年均增幅达 14.6%，2021 年达 1 696 亿元①，占全社会研发经费比例连续 3 年超过 6%。科技领域改革取得实质性进展，科研项目和资金管理、高校院所扩大科研自主权、科技评价激励制度等方面的改革举措发布实施，为基础研究发展破除了体制机制障碍，释放了创新创造活力。我国基础研究整体水平和国际影响力大幅提升，进入从量的积累向质的飞跃、从点的突破向系统能力提升的重要时期。

学科发展呈现良好态势。数学、物理学、化学、天文学、地球科学、生命科学等基础学科得到更多倾斜支持，农业、能源、资源环境、海洋、信息、制造、材料、工程、医学等应用学科建设稳步推进，量子、认知、纳米、空间等新兴学科得到高度重视并快速发展，多学科交叉融合和跨学科研究日益活跃。2021 年，我国材料科学、化学、计算机科学、工程技术、数学、物理学等 14 个学科论文被引用次数进入世界前二②，成为高质量科学成果的主要贡献国。

重大原创成果竞相涌现。在若干基础前沿方向取得一批具有国际影响力的原创成果。首次观测到三维量子霍尔效应、非常规新型手性费米子；发射国际上首颗量子科学实验卫星“墨子号”并率先实现星地间千公里级量子纠缠和密钥分发及隐形传态，量子计算原型机“九章”和“祖冲之号”成功问世；首次实现原子级石墨烯可控折叠，提出纳米限域催化新概念；研制世界首款异构融合类脑计算芯片，首次实现人工合成淀粉，灵长类动物早期胚胎发育机制取得新突破等。

对经济社会发展的支撑引领作用不断增强。在信息、材料、能源、制造等领域取得高性能碳基互补金属氧化物半导体（CMOS）集成电路、共格纳米析出强化的新一代超高强钢、先进重型燃气轮机制造等重要成果，为传统产业转型升级和战略性新兴产业培育

① 中华人民共和国2021年国民经济和社会发展统计公报. (2022-02-28)[2022-04-14]. http://www.gov.cn/xinwen/2022-02/28/content_5676015.htm.

② 中国科学技术信息研究所. 2021年中国科技论文统计报告发布. (2021-12-27)[2022-04-14]. https://www.istic.ac.cn/isticcms/html/1/284/338/6905.html.

提供科学支撑。围绕农业、健康、环境等领域，在水稻功能基因组筛查、埃博拉及新冠等病毒致病分子机制和传播机理、大气细颗粒物（$PM_{2.5}$）污染特征和来源成因等方面取得重大突破，为国家可持续发展和民生改善作出重要贡献。

人才队伍不断壮大。2020年基础研究人员全时当量达到42.68万人年[1]。2021年共1 057人次（含港澳台地区）入选"全球高被引科学家"，数量连续3年位居世界第二③。我国科学家先后获得"诺贝尔生理学或医学奖""克利夫兰奖""维加奖"等一系列国际重要科技奖项。在纳米限域催化、聚集诱导发光、水稻高产优质性状形成的分子机理等领域涌现出一批由顶尖科学家领衔的优秀创新团队。

国家科技创新基地布局日趋完善。500多家国家重点实验室覆盖15个学科领域，成为我国推动学科发展、孕育重大原始创新、解决国家重大科技问题的重要力量。在北京、上海等地布局建设13个国家应用数学中心。优化调整形成20个国家科学数据中心、31个国家生物种质和实验材料资源库、167个国家野外科学观测研究站，基础支撑与条件保障类国家科技创新基地体系初步建立。

重大科技基础设施建设取得显著成效。500米口径球面射电望远镜、稳态强磁场、散裂中子源、高海拔宇宙线观测站等一批"国之重器"陆续建成使用；自主设计建造的新一代磁约束核聚变实验装置中国环流器二号M装置建成并首次放电；锦屏深地核天体物理加速器成功出束并完成首批实验；"悟空""墨子""慧眼"等科学实验卫星成功发射。

国际化水平进一步提升。继续深度参与国际热核聚变实验堆、平方公里阵列射电望远镜、地球观测组织等国际大科学计划和大科学工程，支持发起全脑介观神经联接图谱、深时数字地球等国际大科学计划。国家科技计划对外开放力度加大，更多外籍科研人员承担国家重大科研任务，实现中央财政科研经费过境香港、澳门使用。国际联合研究广泛深入开展，2020年SCI收录的中国论文中，国际合著论文达14.45万篇，合作伙伴涉及190个国家和地区④。一批科学家在国际学术组织和学术期刊担任重要职务。

3 我国基础研究发展面临新的机遇和挑战

从国际形势看，全球科技竞争与合作呈现新格局。一方面，人类健康、气候变化、能源资源安全等共同挑战需要构建全球创新治理体系，开展广泛的国际合作。另一方面，经济全球化遭遇逆流，单边主义、保护主义上升，发达国家对"追赶型"国家科技发展压制不断升级，并逐步从高技术领域向基础研究领域拓展，我国基础研究发展的外部环境更加严峻。同时，激烈的国际科技竞争凸显出我国关键核心技术受制于人的局面，迫切需要加强基础研究，从源头和底层解决"卡脖子"问题，确保我国产业链供应链安全、自主、可控。

从国内发展需求看，我国已转向高质量发展阶段，正在加快构建新发展格局。无论是建设现代化经济体系，推动质量变革、效率变革、动力变革，还是满足人民日益增长的美好生活需要，促进卫生健康、食品安全、生态环境等社会民生领域发展，都亟待基础研究提供更多高水平科学供给。

与建设世界科技强国的要求相比，我国基础研究短板依然突出。重大原创成果不多，支撑经济社会发展的源头供给能力不强；投入总量不足且结构不合理，全社会多渠道投入机制未完全建立；顶尖科学家和高水平创新团队较少，促进青年科学家脱颖而出的

③ 科睿唯安2021年度"高被引科学家"名单出炉，遴选全球顶尖科学人才. (2021-11-17)[2022-02-14]. http://www.stdaily.com/guoji/xinwen/2021-11/17/content_1232356.shtml.

④ 中国科学技术信息研究所. 2021年中国科技论文统计报告发布. (2021-12-27)[2022-04-14]. https://www.istic.ac.cn/isticcms/html/1/284/338/6905.html.

机制未完全建立；有利于基础研究发展的科研生态尚未完全形成等。

4 面向科技强国，加强基础研究的主要考虑

新形势下，要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，牢固树立新发展理念，着眼构建新发展格局，坚持“四个面向”，以服务国家战略和引领高质量发展为主线，以重大原始创新和关键核心技术突破为主攻方向，以深化体制机制改革为根本动力，持之以恒加强基础研究，提高原始创新能力，为加快实现科技自立自强、建设科技强国奠定坚实基础。

4.1 加强基础研究系统部署

*加强战略性基础研究。*面向国家重大需求和国民经济主战场，在农业、健康、制造、材料、信息、资源环境、能源环保、社会治理与公共安全等领域加强应用基础研究，解决制约国家发展和安全的关键难题，为创新发展提供源头供给。面向世界科学前沿，聚焦战略性前瞻性重大科学问题，加强量子科学、脑科学、合成生物学、干细胞、催化科学、空间科学等领域的超前部署，攻克一批世界科学难题，引领未来科技发展。

*优化学科布局，构筑全面均衡发展的高质量学科体系。*加大对数学、物理、化学、天文、地学等基础学科的支持力度，加强信息、工程、材料、能源等技术科学研究，加快推动生物学、医学和农业科学等生命健康领域学科发展。打破学科壁垒，大力推进学科交叉和跨学科研究。加大对新兴学科，边缘、冷门和薄弱学科的扶持力度。

4.2 打造体系化战略科技力量

*强化重点高校院所国家队作用。*推进实施“高等学校基础研究珠峰计划”，建设一批前沿科学中心，以国家战略需求和前沿科学问题为牵引，组建多学科交叉大团队，开展有组织创新，提升高校承担国家重大战略任务的能力。发挥国家科研机构建制化组织优势，开展面向国家重大战略和行业共性需求的定向性基础研究，着力解决影响制约国家发展全局和长远利益的重大科技问题，加快建设原始创新策源地。

*推动国家重点实验室体系重组。*通过充实、调整、整合、撤销、新建等方式对现有国家重点实验室进行优化整合，创新管理体制机制，强化实体化运行，推动形成基础研究、应用基础研究和前沿技术融通发展的实验室新体系。做好与国家实验室的衔接，打造以国家实验室为核心、以全国重点实验室为支撑的中国特色国家实验室体系。

*布局建设基础学科研究中心。*加强基础学科建设，在数学、物理、化学等领域建设一批基础学科研究中心，培养和汇聚世界一流基础学科人才，开展前瞻性、引领性和独创性基础理论研究和前沿方向探索，力争催生新的重大科学思想和科学理论，打造开放创新、具有国际影响力的创新高地。

*提升企业基础研究能力。*支持科技领军企业面向长远发展前瞻布局基础研究，深度参与国家科技计划论证实施，牵头承担国家基础研究任务。支持企业牵头整合集聚创新资源，形成跨领域、大协作、高强度创新基地。优化企业内部创新环境，鼓励企业引进高层次创新人才，扫除高校、科研院所和企业间人才流动机制障碍。

4.3 培育壮大基础研究人才队伍

*培养造就世界级科学家和领军人才。*在我国优势领域，发现识别具有世界级科学大师成长潜力的科学家，“一人一策”设立若干杰出科学家工作室。在国家重大科技任务担纲引领者中发现和培养具有战略科学家潜质的高层次复合型人才，形成战略科学家成长梯队。

*培育支持大批优秀青年科学家。*在国家重点研发计划中全面推行青年科学家项目，给予优秀青年科学家更多牵头重要科学任务的机会。国家自然科学基金加大对青年人才的资助力度，培养一批优秀学术骨干

和学术带头人。实施博士后创新人才支持计划和国际交流计划。

*打造规模宏大的基础研究后备力量。*强化基础教育的求知欲和创新思维培养，建立大学和中学联合发现和培养青少年创新人才模式。大力提升本科教育质量，在部分高校开展基础学科招生改革试点，鼓励具备条件的高校积极设置基础研究、交叉学科相关学科专业，探索本硕博连读培养模式，推进科教融合和协同育人，提升基础学科人才培养质量。

4.4 强化科研基础条件平台建设

建设一批国家科学数据中心，完善科学数据管理和开放共享机制。优化国家生物种质与实验材料资源库（馆）建设布局，持续开展收集保藏、整理加工和共享服务。优化国家野外科学观测研究站布局，持续提升野外站观测、研究和示范能力。开展基础科研条件与重大科学仪器设备研发攻关，以关键核心部件国产化为突破口，支持高端科学仪器工程化研制与应用开发；加强高端科研试剂、实验动物、科学数据软件工具等条件手段自主研发。

4.5 完善支持基础研究发展的体制机制

*完善多元化投入机制。*稳步增加国家财政投入，建立健全竞争和稳定相协调的支持机制，加大对优秀基础研究机构、团队和个人的长期稳定支持。建立央地共同出资、共同组织基础研究项目的协同机制，带动地方政府支持基础研究。通过税收优惠等多种方式激励企业加大投入，鼓励社会力量设立科学基金、科学捐赠等多元投入，扩大基础研究资金来源。

*完善项目形成和组织管理机制。*对于目标导向类项目，充分发挥政府作为重大创新活动组织者的作用，组织科学家、工程师、战略研究机构持续跟踪世界科学前沿和各领域创新趋势，开展常态化战略研究和科技需求分析，构建从国家安全和经济社会发展实践中凝练科学问题的机制。完善指南评估制度，通过第三方审核评估、公开征求意见等方式多方对标审题，确保指南的科学性。对于自由探索类项目，尊重科学家的学术灵感，鼓励将国家需求和个人兴趣相结合自主选题。对于原创性、非共识项目，建立特殊立项通道。实行“揭榜挂帅”、“赛马制”、首席科学家负责制等新型管理方式，探索长周期资助模式。

*改革评价激励制度。*落实《关于深化项目评审、人才评价、机构评估改革的意见》和《关于完善科技成果评价机制的指导意见》要求，开展基础研究评价改革试点，强化质量、绩效、贡献为核心的评价导向，坚持“破四唯”和“立新标”并举，推行代表作评价制度，开展长周期评价，探索实行国际同行评价。完善自由探索型和任务导向型科技项目分类评价制度，建立非共识科技项目评价机制。加快推进唯人才“帽子”治理，重点整治将学术资源配置、职称评审等简单与人才称号、学术头衔直接挂钩的行为。探索构建符合基础研究规律和人才成长规律的评价体系。

*加强科研学风作风建设。*在科技界大力弘扬科学报国的光荣传统，倡导追求真理、勇攀高峰的科学精神，营造勇于创新、敢于“啃硬骨头”和学术民主、宽容失败的科研环境。建立以信任为前提的科研管理机制，赋予科研人员更大的人、财、物支配权和学术自主权。将科研诚信管理贯彻覆盖科研活动全流程，实行更加主动的监管措施，压实高校和科研机构诚信建设主体责任，严肃查处科研违规失信行为。

4.6 加强基础研究国际合作

实施更加开放包容的对外合作战略，积极融入全球创新网络，有效利用全球创新资源。加大国家科技计划开放力度，支持高水平外籍科学家牵头或参与实施国家科技计划项目。设立面向全球的科学研究基金。牵头组织和积极参与国际大科学计划和大科学工程。逐步放开在我国境内设立国际科技组织和外籍科学家在我国科技学术组织任职。鼓励和支持民间科技合作交流，拓展合作领域和空间。

参考文献

1 国家统计局社会科技和文化产业统计司，科学技术部战略规划司. 中国科技统计年鉴2021. 北京: 中国统计出版社, 2021.

Department of Social Science, Technology and Cultural Industry Statistics, National Bureau of Statistics, Department of Strategic Planning, Ministry of Science and Technology. China Statistical Yearbook on Science and Technology 2021. Beijing: China Statistics Press. (in Chinese)

Continuously Strengthening Basic Research and Solidifying Foundation of Sci-tech Self-reliance and Self-strengthening

YE Yujiang

（Department of Basic Research, Ministry of Science and Technology of People's Republic of China, Beijing 100862, China）

Abstract Basic research is the source of the entire scientific system and the overall engine of all technical issues. Guided by the remarks made by Gerneral Secretary Xi Jinping, this paper elaborates the development rules and trends of basic research. It systematically summarizes the achievements in the development of China's basic research after the 18th National Congress of the Communist Party of China. Based on the thorough analysis on opportunities and challenges currently faced by China's basic research, it proposes the idea of continuously strengthening basic research and accelerating the process of achieving sci-tech self-reliance and self-strengthening at higher level.

Keywords basic research, scientific innovation, self-reliance and self-strengthening, original innovation



叶玉江 科学技术部基础研究司司长。长期从事基础研究宏观管理工作，参与制定国家中长期科学和技术发展规划，多次主持编制基础研究发展五年规划。牵头制定《国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见》《基础研究十年规划》等政策文件。创立国家创新调查制度、国家科技报告制度，推动国家科技计划管理改革，建立国家科技管理信息系统。长期从事国家重点实验室管理工作，推动全国重点实验室体系重组。E-mail: yeyj@kjb.cn

YE Yujiang Head of Department of Basic Research, Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. Dr. Ye has long been engaged in the macro-management of basic research and the drafting of long-term and mid-term national science and technology development plans. For the past years, he presided over the compilation of multiple 5-year plans of basic research development, led the drafting of many government policies including *Guidelines on Strengthening Research in Basic Sciences Issued by the State Council* and the *10-Year Plan of Basic Research*, and helped establish the national innovation survey system and national science and technology reporting system. In addition, he has promoted the management reform of national science and technology programs and established the national science & technology information system. His long years of experience of managing state key laboratories has pushed forward the restructuring of key laboratories nationwide.
E-mail: yeyj@kjb.cn

■责任编辑：文彦杰